



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **62135743 A**(43) Date of publication of application: **18.06.87**

(51) Int. Cl.

G01M 1/16
F16F 15/32
// F04D 19/04

(21) Application number: **60275976**(22) Date of filing: **10.12.85**(71) Applicant: **MITSUBISHI HEAVY IND LTD**

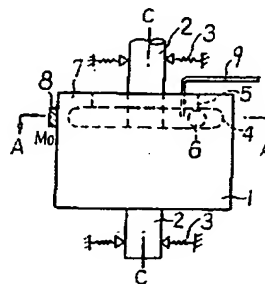
(72) Inventor:
KATAYAMA KEIICHI
MORII SHIGEKI
TOKIYASU KOICHI
KANEKO AKITAMI

(54) **BALANCING METHOD**

(57) Abstract:

PURPOSE: To omit a work for searching a position and a size of an unbalance, and to improve the work efficiency by providing an automatic balancing element on one part or more in a plane vertical to a revolving shaft of a rotor so that the automatic balancing can be executed by a resonance point or above of a rotor system.

CONSTITUTION: On a rotor body 1, an annular groove 4 is provided centering around a shaft core CC so as to be orthogonal to a shaft 2. Also, in the groove 4, two pieces of balls whose diameter is smaller than its thickness are contained. In such a state, in case automatic balancing elements (the annular groove 4, a hole 5, a ball 6, and a cover 7) are rotated, the ball 6 works as an unbalance in case of a revolving speed (a dangerous speed) N_0 or below of a resonance point, and an amplitude of the rotor 1 becomes larger than the case when the ball 6 is not put in, but in case of the revolving speed exceeding the dangerous speed N_0 , a balancing action is executed automatically by an automatic balancing action and the amplitude goes to '0'. In such a case, the ball 6 stops relatively against the rotor 1. In such a state, when the ball 6 is fixed to the outside peripheral wall of the groove 4 by injecting an adhesive agent from an adhesive agent injecting pipe 9, the balanced state can be conserved.



甲
第
四
号
証
書

⑩ 日本国特許庁(J P) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 昭62-135743

⑬ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和62年(1987)6月18日
G 01 M 1/16 7621-2G
F 16 F 15/32 6581-3J
// F 04 D 19/04 8409-3H 審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 バランシング方法

⑯ 特 願 昭60-275976
⑰ 出 願 昭60(1985)12月10日

⑱ 発 明 者 片 山 圭 一 広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社
広島研究所内
⑲ 発 明 者 森 井 茂 樹 広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社
広島研究所内
⑳ 発 明 者 時 安 孝 一 広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社
広島研究所内
㉑ 発 明 者 金 子 昭 民 広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工業株式会社
広島造船所内
㉒ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号
㉓ 復 代 理 人 弁 理 士 岡 本 重 文 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

バランシング方法

2. 特許請求の範囲

回転体のバランシング法において、該回転体の回転軸方向に1個所以上自動平衡化要素を配設し、該回転体を危険速度以上で回転せしめた状態で、回転中にアンバランスの自動補償要素を回転体側に結合するか、又は回転中にアンバランスの自動補償要素の回転体に対する相対位置を計測し、停止後にその位置にアンバランスの自動補償要素又はこれと同等質量物を結合する、ことを特徴とするバランシング方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、バランシングを要する一般回転機械のバランシング法に關するものであり、ターボ分子ポンプ、工作機械スピンドル、等のバランシングに適用しうるものである。

(従来の技術)

回転機械では、スムーズな(振動が小さい)運転を実現することが機械構造設計の基本であることは言う迄もない。したがってバランシング作業は設計、製造過程において大きなウエイトがかかれており、バランシングマシン使用又は組立後のフィールドバランス等に対応されている。従来から行われているこれ等のバランシング法では、アンバランスの位置と大きさを求めて、これを削除するか、又は軸直角平面内で180°位相をづらせた個所に同一アンバランスモーメントを有する質量を付加するかでバランスさせる。即ち、アンバランスを無くする。なお、(アンバランスモーメント) = (アンバランス量) × (アンバランスの半径方向位置) アンバランスの位置と大きさを求める方法はいろいろ存在するが、バランシング作業手順としてはすべて次のようなステップが必要である。

④ 対象ロータを回転させて振動状態(ふつり振動)を計測する。

⑤ 既知のアンバランスを既知の位置に付与した後④と同様にして振動状態を計測する。

- ④ ④からロータのアンバランスの位置と大きさを求め、上述のようなやり方でバランシングを行う。
- ⑤ 回転させてバランス状態を確認し、不十分（振動が大きい）であれば④、⑥、⑦をくり返す。

すなわち、バランス作業は非常に面倒なものであり、バランシングが難しい場合あるいは量産品のバランシングでは、その作業が占める割合が非常に大きい。

〔発明が解決しようとする問題点〕

前述のように、従来のバランシング法によるバランシング作業は多大の作業時間と労力を要するので、このような作業時間短縮、及び作業の簡易化を行う必要がある。

すなわち、従来のバランシング法においては、アンバランスによるロータの強制振動応答を検出し、アンバランスの位置及び大きさを計算しているので、これを改善する。

〔問題点を解決するための手段〕

ロータ系は、1～3をばねとして振動系を形成する。なか、ロータ1、2は楕形であつても球形であつてもよいが、こゝでは楕形について説明する。

4は軸2に直交し且つ軸2の軸心 α を中心としてロータ本体1に設けられた環状部である。第1図ではその断面外周側にアール面をとっているが、この部分の形状は特に限定するものではなく、直線状であつてもよい。4の片面（第1図では下面）は全面膜になつているが反対面（第1図では上面）には軸2の周囲にドーナツ状の孔5が配設されており、ロータ本体1の外部と環状部4とを貫通している。環状部4内には溝4の厚みよりも小さい直径のボールが2個入っている。ボールの材質はふつと軸受鋼等がよく使われるが、セラミックス球等であつてもよい。このボール6は一般に「アンバランスの自動補償要素」と言われている。また

ボール6は、もつともよく使われる2個の場合について第2図に示しているが、2個以上であつてもよい。更に各ボール6の大きさについても同じである必要はない。ボールとは環状部4の内部を

ロータの回転軌道平面内に、ふれ回り振動系における自己同期に基づく自動平衡化要素（オートバランス）を軸受手方向に1個所以上配設し、ロータ系の共振点（危険速度）以上で自動平衡化せしめ、（アンバランスの自動補償要素——ボール、スライダ等——がロータの回転に対して相対的に上する。）この状態でアンバランスの自動補償要素をロータに結合することでバランシングを行う。

〔作用〕

自己同期化現象に基づく自動平衡化作用を利用することで、ロータのアンバランスの大きさ及び位置を探す手順を無くし、前記「従来の技術」で説明した従来のバランシング作業手順の内、④のみでバランシング作業をすべて完了せしめる。

〔実施例〕

第1図は回転ロータ系（回転数 N ）をモデル的に示したもの、第2図は第1図のA-A断面図である。向図において、1はロータ本体で、その軸2は軸受3に支持されている。したがつてこのロ

ータ系は、自由に運動でき、ロータ本体1が回転を始めると最外周にはりついてしまう。7はこのボール6がロータ回転中に環状部4から外に飛び出さないために配設されたカバーであり、第1図ではロータ本体1と一体加工の形になつているが、ボルト、溶接、等で別途結合してもよい。前記環状部4、孔5、ボール6、カバー7および之等の部材と同一の機能を有するものを一括して「自動平衡化要素」と称する。8は第1、2図のロータが持つているアンバランスを集中化して示したものである。9は静止座標系から孔5を透過して環状部4の部分に挿入した振動計注入管である。

以下、バランシング法の説明を行うが、判り易くする為に自由振動系に限定する。

第3図は第1、2図のロータの代表点（ロータ本体1、又は軸2）のふれまわり振動（軌道振動）の中で、回転数と同一振動成分の振巾 σ の回転数依存性を示している。 σ_0 は第1図のロータ系の固有振動数でありいわゆる危険速度（共振点）である。

- (i) 第1, 2図でボール6を入れないまゝロータを回転させた場合、アンバランス M により回転体には $M \cdot R \omega^2$ なる回転遠心力の作用により、ロータの振巾 a (R : M の重心位置半径, $\omega = 2\pi N/60$ N : rpm)は第3図実線のようになる。すなわち危険速度 N_0 を超過する時に大振巾になると同時に $N_0 < N$ においても振巾は0とはならず振動が残留する。(バランシングが不十分な状態のパターン)
- (ii) 第1, 2図でボール6を入れて自動平衡化要素(4~7)の機能を生かして回転させた場合には、ロータの振巾 a は第3図の一点鎖線のようになる。すなわち N_0 以下ではボール6がアンバランスとして働き、 a は(i)の場合より大きくなるが、 N_0 以上の N (回転数)では自己同期化による自動平衡化作用により自動的にバランシング動作が為されて振巾 a は0になる。このときボール6はロータに対して相対的に停止しており、次式が満足されている。(第2図参照)

$$M \cdot R = 2 m r \cos \theta.$$

m : ボール6 1個の質量(第2図において2個のボールの質量は同一とする。)

r : ボール6中心と回転中心間距離

iii) の状態において接着剤注入管9から接着剤を注入しボール6を環状部4の外周壁に固定する。こうすると自動的にバランスされた状態を保存でき、ロータの振巾 a は第3図の破線のようになる。すなわち N が N_0 の上でも下でも振巾 a は0になることになる。

なお、アンバランスの自動補償要素として、ボール6の代りに、第4図のスライダ等を使用することができ、環状部4の外周に滑つて相対的に動きうるものであれば形状を問わない。

自動平衡化要素はロータ回転軸長手方向に2ヶ所以上配設してもよい。

ロータは男性ロータであつても剛体ロータであつてもよい。

ボール6を環状部4の外周壁に結合する方法として、接着剤の代りに、次のような方法を使用し

てもよい。

- 接着剤で回転中に仮接着して、停止後に溶接、ネジ止め、ロー付け等で強固に結合する。したがつて最終的に止める物はアンバランスモメントが同じであれば別形状のものでよい。
- 回転中に染色剤をふきつけて、ロータに対するボールの位置が判るようになつて停止後、上記aと同様に固定する。
- 回転中にストロボ写真等でロータに対するボールの位置を明らかにし、停止後、上記aと同様に固定する。
- アンバランスの自動補償要素を磁石で作り、自動バランス完了後にそのまま停止し、上記aと同様に固定する。
(たゞし、この場合は、環状部4の外周が磁性体の場合に限る。)
- 回転中にレーザ番線で両者を固定する。

(発明の効果)

従来のバランシング作業ではアンバランスの位

置と大きさを探るのが大変な作業であり、時間がかかつていたが、本発明はこの作業を完全に省略でき、作業効率を大巾に改善できる。

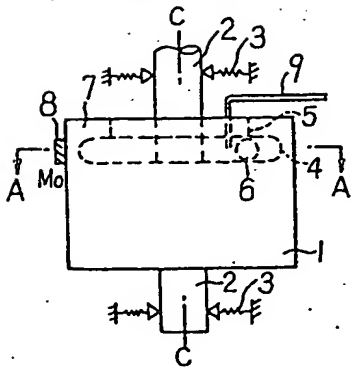
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明バランシング方法を説明する概略図、第2図は第1図のA-A断面図、第3図はロータの振動特性を示すグラフ、第4図はアンバランスの自動補償要素の第1図と異なる実施例を示す概略図である。

1...ロータ本体、 2...軸、 3...軸受
4...環状部、 5...孔、 6...ボール
8...ロータのアンバランス、 9...接着剤注入管

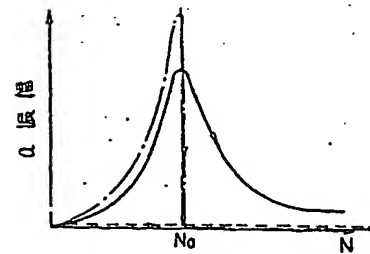
代理人 弁理士 岡 本 重 文
外2名

第1図

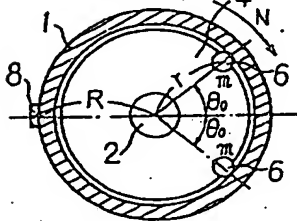


- 1-ロータ本体
- 2-軸
- 3-軸受
- 4-環状溝
- 5-孔
- 6-ボール
- 8-ロータのアンバランス
- 9-接点部注入部

第3図



第2図



第4図

